Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Zur Frage der Bildung von Koralleninseln.

Von

Prof. Dr. **Fr. Dahl** in Kiel.

Hierzu 2 Abbildungen im Text.

In der Frage, wie sich die Koralleninseln gebildet haben, stehen bekanntlich zwei Theorien, die Darwin-Dana'sche und die Semper-Murray'sche, einander gegenüber. Was die logische Durchführung anbetrifft, so dürften beide als gleichberechtigt erscheinen. Zur Entscheidung, welche von ihnen die richtige ist oder ob nicht etwa bei verschiedenen Koralleninseln eine verschiedene Bildungsart anzunehmen sei, sind also Beobachtungen in möglichst ausgedehntem Maasse erforderlich.

Beim Besuch verschiedener Inseln und Inselgruppen im Bismarck-Archipel habe ich einige Thatsachen kennen gelernt, welche vielleicht geeignet sind, zur Lösung der Frage beizutragen.

Ich darf die beiden oben genannten Theorien als bekannt voraussetzen und will deshalb nur ganz kurz den Gegensatz formuliren. Nach beiden Theorien ist die Bildung der Lagunen auf ungenügende Ernährung, unzureichende Bewegung des Wassers und Beimengung schädlicher Fremdkörper im Küstenwassers zurückzuführen. Wenigstens besteht in diesem Punkt kein principieller Gegensatz. Nach der Theorie von Darwin und Dana aber ist zur Bildung der Lagune stets eine Bodensenkung erforderlich, eine Senkung, welche nicht schneller erfolgt, als die Korallen zu wachsen vermögen. Diese Senkung soll das flache Ufer innerhalb des Riffs unter Wasser setzen, während das Riff durch Weiterwachsen der Korallen die Senkung ausgleicht. An Stelle der Lagune befand sich also nach dieser Theorie früher Land und flaches Uferwasser.

Semper und Murray dagegen lassen die Lagune unabhängig von Niveauveränderungen des Bodens entstehen. Nachdem das Riff die Meeresoberfläche erreicht hat, sollen die Fluthwellen die abgestorbenen oder weniger gut ernährten innern Theile des Riffs zerstören, auflösen und auswaschen. An Stelle der Lagune befanden sich also nach dieser Theorie früher Theile des Korallenriffs. Das gewichtigste Argument, welches die Gegner der ältern, Darwin'schen Theorie gegen dieselbe geltend machen, ist die Thatsache, dass oft in einem eng begrenzten Gebiet alle drei Formen von Riffen neben einander vorkommen.

Schon bald nach meiner Ankunft im Bismarck-Archipel regten sich bei mir Bedenken gegen dieses Argument: In der Blanchebai nämlich, etwa eine geographische Meile von Ralum entfernt, ist im Jahre 1878 eine stellenweis bis zu 20 m hohe Insel, Raluan oder Vulkaninsel genannt, ganz plötzlich aus dem Meer aufgetaucht. Dazu kam während der Zeit meines Dortseins eine umgekehrte plötzliche Niveauänderung. Eine kleine Ecke der etwa ebenso weit von Ralum entfernten Insel Matupi ist bei einem Erdbeben tief unter die Meeresoberfläche hinabgesunken. — Mag die dortige Gegend nun ein Senkungs- oder, was wahrscheinlicher ist, ein Hebungsgebiet sein, jeden Falls geht aus den angeführten Thatsachen hervor, dass an der Niveauveränderung in einem eng umgrenzten Gebiet keineswegs alle Landmassen in gleichem Maasse Theil zu nehmen brauchen. — Freilich handelt es sich in den genannten Fällen um plötzliche Hebung oder Senkung. Allein nichts hindert uns, zumal in einem jüngern vulkanischen Gebiet, auch eine ungleichartige allmähliche Hebung und Senkung wenigstens als möglich vorauszusetzen.

Auf der Inselgruppe Neu-Lauenburg, wo mich der Vertreter der deutschen Handels- und Plantagen-Gesellschaft, Herr A. Schulz, freundlichst für einige Tage aufnahm, hatte ich zunächst Gelegenheit, weitere Thatsachen zu erkennen, welche bestimmt auf eine Ungleichartigkeit in der Niveauveränderung hindeuten. — Neu-Lauenburg (vgl. Fig. 2) ist eine Gruppe von niedrigen Koralleninseln. Nur einzelne Partien erheben sich bis zu einer Höhe von etwa 100 m. — Die kleine Insel Mioko, welche die deutsche Station trägt, ist im Westen sehr niedrig und erhebt sich nach Osten ganz allmählich bis zu einer Höhe von etwa 20 m. Auf dieser schräg ansteigenden, fast ebenen Fläche tritt an verschiedenen Punkten der stark angewitterte Korallenfels zu Tage. Mitten auf der Insel, also weit vom Meeresufer entfernt, erhebt sich eine kleine Felspartie von kaum 20—30 m Durchmesser

und etwa 10 m Höhe. Die eine Wand derselben zeigt noch heute deutliche Spuren einer frühern Unterwühlung durch die Wellen. Wir haben hier also wohl den ältesten, zuerst aufgetauchten Theil der Insel vor uns. — Geht man von der unterwühlten Wand dieses Felsens nach Süden weiter, so kommt man in einer Entfernung von etwa 150 m an den obern Rand einer 2—3 m hohen Felswand, welche früher ebenfalls offenbar vom Meer bespült und unterwühlt wurde. Jetzt ist auch sie längst der Einwirkung der Brandung entzogen, indem ein wohlbewachsenes, felsiges Vorland von weiteren 50 m Breite vorhanden ist. Am Ostende der Insel hat diese zweite Unterwühlung zur Bildung tiefer Höhlen geführt, von Höhlen, deren Boden ebenfalls hoch über dem Meeresspiegel liegt. Wir hätten also auf dieser Insel zwei grössere, frühere Hebungen erkannt. Damit hatte aber die

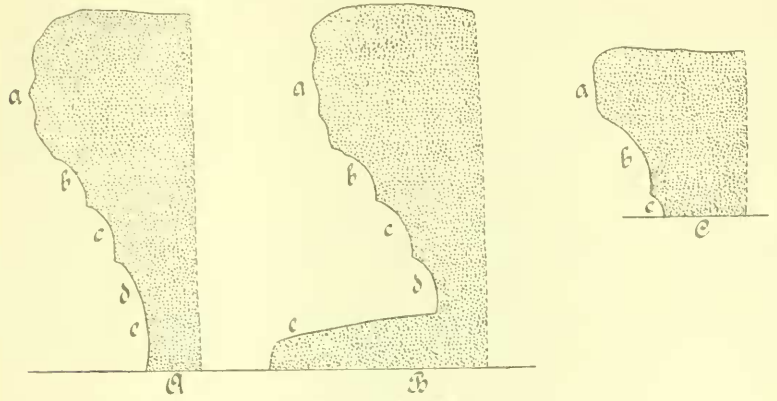

Fig. 1. Uferprofile von Muarlin (*A*), Mioko (*B*) und Kerawara (*C*).

sprungweise Hebung noch nicht ihr Ende erreicht: Wenn man von der Mündung der Höhlen etwa 100 m nach Norden weiter geht, so gelangt man an eine Stelle, welche fast bis zum jetzigen Meeresspiegel hinunter tief unterwühlt ist. Das nur etwa 1,5 m hohe, sandige Vorland ist hier erst spärlich bewachsen. Die weit überhängende Felswand bietet den Eingeborenen einen vor Regen und Sonne geschützten Ort für ihre Canoes. Sie ragt nicht in einfachem Bogen vor, sondern zeigt im Profil deutliche Aushöhlungen, wie sie das Schema Fig. 1 B veranschaulichen soll. Die Abschnitte *b*, *c* und *d*, welche etwa 1,2, 1,5 m und 1,4 m hoch sind, werden durch scharfe, horizontal hinlaufende Kanten getrennt. Der sandige Vorstrand ist mit *e* bezeichnet und der stark angewitterte, vorstehende, obere Theil der Felswand mit *a*. — Da das Gestein keine Differenz in der Härte erkennen

liess, schienen mir die Kanten, ebenso bestimmt wie die Felswände oben auf der Inselfläche, eine weitere stufenweise Hebung auch des untern Theiles der Insel anzudeuten.

Ein sehr ähnliches Profil zeigt die Nordostecke der Insel Muarlin. Genau dieselben Kanten, in denselben Abständen treten auch hier hervor und zwar noch weit schärfer als auf Mioko. Nur ein Unterschied ist vorhanden (Fig. 1 A): Die untere Aushöhlung ist doppelt so hoch wie die obern. Dafür fehlt aber der sandige Vorstrand, und die Wand wird noch jetzt von den Wellen bespült. Die Parallele scheint also zweifellos.

Ein in einer Hinsicht vollkommen abweichendes Profil zeigt die Ostecke der nur wenige Kilometer westlicher gelegenen Insel Kerawara (Fig. 1 C): Unter dem stark angewitterten, obern Theil bemerkt man hier nur zwei Aushöhlungen, von welchen die obere 1,85 m, die untere 0,65 m hoch ist. Eine Parallele mit den beiden andern Profilen scheint unmöglich. Mit der Aushöhlung $d + e$ kann man die untere Aushöhlung dieses Profils nie und nimmer in Parallele bringen wollen, wenn man auch annähme, dass der obere dem Abschnitt *c* entspräche. So weit ich sehe, kann man den Widerspruch nur lösen, wenn man eine verschiedene Art der Niveauveränderung an beiden Punkten annimmt und den obern, angewitterten Theil *a* dem gleich bezeichneten der frühern Profile gleichsetzt. Die Aushöhlung *b* würde freilich immerhin bedeutend höher sein als die gleich bezeichnete der beiden frühern Profile. Das liesse sich aber aus der stärkern Brandung erklären, welche gerade diese Ecke trifft.

Nachdem die Aushöhlung *b* der Einwirkung der starken Brandung entzogen war, hörte bei Kerawara entweder die weitere Hebung auf, oder sie setzte sich fort, und es trat nachträglich eine Senkung ein. Eine Thatsache scheint ganz entschieden für die letztere Annahme zu sprechen: Die Kante zwischen den beiden Aushöhlungen befindet sich so nahe über der normalen Hochwasserlinie und wird so heftig von der starken Brandung gepeitscht, dass sie sich über lange Zeiträume hinaus kaum würde erhalten können. Noch eine weitere Thatsache bestätigt die augenblickliche Senkung in diesem Gebiet. Wie schon erwähnt, nähert sich die Oberfläche der Insel Mioko nach Westen hin immer mehr dem Wasserspiegel. Man kann die Oberfläche des angewitterten Korallenkalkfelsens hier sogar ins Meer hinein verfolgen und, wie mir Herr SCHULZ später mittheilte, hat an einer

Stelle, wo jetzt die Felsenfläche zur Zeit des Hochwassers vom flachen Wasser bedeckt ist, noch vor wenigen Jahren ein Haus gestanden.

Wir haben also hier eine Korallenbildung vor uns, welche sich nach gemeinschaftlicher Hebung augenblicklich im Westen senkt, während sie sich im Osten entweder weiter hebt oder stationär geworden ist.

Betrachten wir nun das Korallenriff, so deutet es mit Bestimmtheit auf die Bildung nach der Darwin'schen Theorie hin. Im

Fig. 2. Die Inselgruppe Neu-Lauenburg mit ihren Korallenriffen und eingetragenen Meerestiefen (Breite der Hauptinsel etwa 10 km).

Senkungsgebiet ist es Barrierriff. Nach dem Hebungsgebiet hin geht es allmählich in ein Strandriff über.

Ein Blick auf die Karte Neu-Lauenburgs (Fig. 2) zeigt, dass im westlichen Theil der ganzen Inselgruppe Barrierriffe vorkommen, während im östlichen Theil, wo der Meeresboden allerdings durchgängig steiler abfällt, nur Strandriffe sich finden. Eine Grenze zwischen Hebungs- und Senkungsgebiet scheint also von Mioko durch die ganze Inselgruppe zu gehen. Einzelne Strandriffe kommen allerdings auch im Westen vor und könnten als unvereinbar mit

der Annahme erscheinen. Allein die Strandriffe liegen hier fast immer vor höhern Uferwänden. Wenn der Strand hoch und steil genug ist, um bei einer Senkung nicht sofort unter die Meeresoberfläche hinabzusinken, bleiben die Riffe natürlich Strandriffe. Nur vor niedrigen, flachen Ufern werden sie zu Barrierriffen. Es ist das ein Punkt, der vielfach nicht genügend berücksichtigt zu sein scheint.

Der Leser wird sich erinnern, dass SEMPER auf den Palau-Inseln, also ebenfalls in einem eng umgrenzten Gebiete, ganz ähnliche Verhältnisse fand wie ich jetzt in Neu-Lauenburg. Im Norden fand er Atolle, in der Mitte Barrierriffe und im Süden Strandriffe. Da nun zudem jene Inseln, ebenso wie Neu-Lauenburg, aus ganz jungem Korallenkalk mit deutlicher Korallenstructur bestanden, also auf eine jüngere Hebung hindeuteten, glaubte er, nicht annehmen zu dürfen, dass der nördliche Theil sich senke, während der südliche sich hebe. Die gefundenen Thatsachen veranlassten SEMPER, ebenso wie später MURRAY u. A., die DARWIN'sche Erklärungsweise zu verwerfen. — Der hier vorliegende Fall zeigt, dass der Schluss übereilt war, dass nach einer vorangegangenen gemeinschaftlichen Hebung jüngern Alters sehr wohl der eine Theil des gehobenen Gebietes sich senken kann, während ein anderer, nur 5 km von jenem entfernter Theil sich wahrscheinlich jetzt noch weiter hebt. Eine gesicherte Thatsache dieser Art genügt, jenen Einwand gegen die DARWIN'sche Theorie vollkommen zu entkräften. Freilich können auch die weit gehenden Schlüsse, welche die Geophysiker aus der DARWIN'schen Korallenrifflehre gezogen haben, indem sie überall auf der Erde weit ausgedehnte Hebungs- und Senkungsgebiete constatiren wollen, ins Schwanken gerathen. Es zeigt sich eben, dass diese Vorgänge viel wechselvoller sein können, als man gewöhnlich annimmt.

Auch LANGENBECK, der in seinem vorzüglichen zusammenfassenden Buch über Koralleninseln, im Grunde genommen, die DARWIN'sche Ansicht über die Bildung derselben verficht, scheint sich keine Vorstellung von dem Maass der Verschiedenheit in einem engern Gebiet zu machen. Obgleich er ausdrücklich auf die Möglichkeit einer solchen Verschiedenheit hinweist, macht er doch bei der Widerlegung der SEMPER-MURRAY'schen Ausführungen keinen Gebrauch von dieser Annahme.

Noch auf einen Punkt, den man gegen die DARWIN'sche Theorie vorgebracht hat, auf das Fehlen mächtiger Korallenkalkablagerungen,

wie sie jene Theorie nothwendig voraussetzen muss, möchte ich kurz eingehen.

Von der Nordküste der Gazellehalbinsel aus, wo ich bei Herrn Pater Blei freundliche Aufnahme fand, besuchte ich die vorgelagerte bergige Insel Uatom oder Man. Die ganze Insel ist ein erloschener Vulkan. Eine kesselartige Einsenkung in der Mitte wird von 5 höheren Spitzen umgeben, welche durch scharfe Kämme mit einander verbunden sind. Die höchste Spitze ist 350 m hoch. Auf dieser Insel fand ich Korallenkalk mit deutlichen Korallenresten vom Ufer aufwärts bis zu einer Höhe von 170 m. Freilich darf man daraus nicht ohne Weiteres schliessen, dass der Korallenkalk eine Mächtigkeit von 170 m besitze. Der Vulkan kann natürlich bei seiner Entstehung die innern Theile stärker gehoben haben, so dass das ursprüngliche Riff jetzt nicht mehr horizontal liegt. — Im östlichen Theil der südlichen Inselküste fand ich eine Wand, welche sich fast senkrecht mit geringen Abstufungen bis zu einer Höhe von 80 m erhob. Auch dabei ist freilich zu bedenken, dass die jetzige senkrechte Wand die ursprüngliche Bildungsebene schräg schneiden wird. Allein einerseits schien sich der Kalk noch weiter in die Tiefe fortzusetzen, und andrerseits ist oben entschieden ein Theil durch Verwitterung und Erosion zerstört, so dass man wohl wenigstens eine ursprüngliche Mächtigkeit von 80 m annehmen darf. — In den letzten Wochen meines Aufenthaltes im Archipel hatte ich, dank der freundlichen Aufforderung des dortigen Richters, des Herrn Dr. Hahls, Gelegenheit, in dessen Begleitung wenigstens die Vorberge des höchsten Gebirgsstocks der Gazellehalbinsel, der Beiningberge, kennen zu lernen. Ich fand hier bis zu einer Höhe von 570 m, d. h. so weit ich kam, Korallenkalk. Nach dem Vorhandensein von weissen Felswänden zu schliessen, geht der Kalk sogar noch bedeutend höher hinauf.

Schon die auf Uatom gefundene Mächtigkeit des Korallenkalks lässt sich nur mit Hülfe der Darwin'schen Senkungstheorie verstehen. Freilich sind Riffkorallen lebend bis zu einer Tiefe von fast 80 m gefunden worden, aber von einer wirklichen Riffbildung kann in solchen Tiefen nicht die Rede sein.

Die Tiefen, bis zu denen das Wachsthum der Korallen üppig genug sein dürfte, um eine Riffbildung und damit eine Ablagerung von Korallenkalk zu schaffen, wird von den verschiedenen Forschern sehr widersprechend angegeben. Selbst in nahe benachbarten Gegenden, wo fast durchweg dieselben Arten in Frage kommen

dürften, stimmen sie nicht überein. Da wir nun keinen Grund haben, die Zuverlässigkeit der verschiedenen Beobachter in Frage zu stellen, können wir, so weit ich die Sache übersehe, den Widerspruch nur dadurch lösen, dass wir für ihre Beobachtungsgebiete entweder eine Hebung oder eine Senkung des Bodens annehmen. Durch eine Senkung des Bodens, die schneller erfolgt, als die Korallen wachsen, werden die Korallenriffe etwas tiefer gerückt werden, als die Grenzen ihres üppigsten Wachsthums liegen, durch eine Hebung etwas höher. Bei Ralum, in einem offenbaren Hebungsgebiete, liegen die Riffe ausserordentlich hoch. Ausgedehnte Complexe werden zur Ebbezeit trocken gelegt und sterben in ihren höchsten Theilen ab, während sie unmittelbar unter der Linie des niedrigsten Wasserstandes noch ausserordentlich üppig zu gedeihen scheinen. Ich umfuhr auf grössere Strecken die Aussengrenze des zusammenhängenden Riffes und lothete meist etwa 5 m, selten bis zu 12 m. Hinter dem Riff kommt Bimsteinsand, der an den flachern Stellen mit Seegras bewachsen ist. In diesem Sandgebiet liegen kleine Korallen-Inselchen von 1—20 und mehr Meter Durchmesser. Nach der Tiefe hin werden dieselben kleiner und spärlicher und sind bei 20 m, der grössten Tiefe etwa, bis zu welcher ich direct beobachten konnte, schon recht selten. In grössern Tiefen war die Beobachtung auf das Schleppnetz angewiesen, das allerdings durchaus zuverlässige Resultate liefert; denn es wird wohl, wenn es langsam gezogen wird, über kein Korallenriff hinweggehen, ohne festzuhaken und kleine Bruchstücke mit zur Oberfläche zu bringen. Beim Dredschen fand ich Riffkorallen nur bis zu 27 m Tiefe, und auch diese letztere Zahl ist nicht ganz zuverlässig, weil ich keine Lothleine zur Hand hatte und deshalb aus der Länge der Schleppnetzleine beim Aufziehen die Tiefe ablesen musste. Aus den angeführten Thatsachen könnte man schliessen, dass das Gebiet des üppigsten Wachsthums an der Oberfläche beginnt und höchstens bis auf 15 m hinabgeht. — Guppy, der nach seinen Beobachtungen zwischen den benachbarten Salomons-Inseln die Grenzen bisher wohl am tiefsten angegeben hat, nimmt 10—30 m als das Gebiet des üppigsten Wachsthums an. Nehmen wir aus diesen beiden Gegensätzen das Mittel, so dürfte eine Tiefe von 3—20 m wohl als die dem Korallenwachsthum günstigste gelten können.

Es wäre übrigens interessant, nach den verschiedenen Angaben genaue Durchschnittsgrössen zu bestimmen, da man dann in einem neu zu untersuchenden Gebiet aus der Höhe der Korallenriffe sofort

auf die jüngste Niveauveränderung schliessen könnte. Doch sehen wir vorläufig, wo wir die Theorie stützen wollen, von aller Anwendung der Theorie ab und benutzen die empirisch gefundenen Zahlen, so können wir jeden Falls nur die Tiefen von 0—30 m als geeignet gelten lassen, mächtige und namentlich zusammenhängende Korallenkalkablagerungen, wie wir sie in der Uferwand von Uatom erkennen, zu liefern; es ist demnach als erwiesen zu betrachten, dass bei einer so mächtigen Ablagerung eine Senkung stattgefunden hat.

Wenn ich die Gegend von Ralum als ein offenbares Hebungsgebiet bezeichnete, so schliesse ich das aus folgenden Thatsachen: Dort, wo das von mir bewohnte Häuschen steht, steigt der aus Schwemmland bestehende Boden stufenweise an. Die untere Stufe liegt 1,5—2 m über der Hochwasserlinie. Sie besitzt an der breitesten Stelle eine Ausdehnung von etwa 40 m. Dann folgt ein deutlicher Absatz von 1—2 m Höhe, welcher in wechselnder Entfernung neben dem jetzigen Ufer herläuft. Etwa 200 m landeinwärts folgt dann ein zweiter Absatz von etwa 10 m Höhe. Die beiden Abstufungen sind offenbar frühere Uferlinien, die nachträglich etwas abgerundet und durch Erosion vielfach zerrissen sind. In dem fruchtbaren Boden findet man zahlreiche Schalen recenter Meeresschnecken, aber keine Korallen. Das Korallenriff ist also, wenn es schon früher an seiner jetzigen Stelle bestand, durch die beiden Hebungen dem Ufer um so viel näher gerückt. Jetzt scheint ein Vorstrand von Korallenkalk in der Bildung begriffen zu sein. Bei niedrigem Wasserstand werden ausgedehnte Theile des Riffs trocken, und in der trocknen Jahreszeit, wenn der niedrige Wasserstand auf die Tagesstunden fällt, sterben die Polypen massenhaft ab und verbreiten dann einen pestilenzialischen Geruch. Es steht diese Thatsache nicht im Widerspruch mit der Angabe von Möbius, dass die Polypen nicht leicht an der Luft absterben. Auf Mauritius lagen eben die Verhältnisse ganz anders, und Möbius betont an einer andern Stelle ausdrücklich, dass das dortige, trocken gelegte Riff durch die Spritzer der starken Brandung immer feucht erhalten würde.

Zum Schluss möchte ich noch einmal hervorheben, dass es mir fern liegt, nach meinem immerhin engen Gesichtskreis über die vielen sorgfältigen Untersuchungen, welche auf dem Gebiet gemacht sind, aburtheilen zu wollen. Ich halte es keineswegs für ausgeschlossen, dass in andern Gegenden ganz andere Factoren bei der Bildung der

Korallenriffe und Koralleninseln in Betracht kommen. Ja, es mag sein, dass sich hier und da ein Atoll sogar nach der ältesten Anschauung auf dem Rand eines unterseeischen Kraters aufgebaut hat. Nur so viel scheint mir nach den von mir beobachteten Thatsachen fest zu stehen: Hebungen und Senkungen erfolgten an manchen Orten weit wechselvoller, als man vielfach glaubt, und dürften bei der Entstehung mancher Korallenbildungen eine hervorragende Rolle gespielt haben, wie es Darwin annimmt.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1763